

Naturvärdesträd – betydelsen av grovlek och ålder på träd för lavar och mossor

"Naturvärdesträd" - the impact of size and age on trees for lichens and bryophytes

Lisa Ekberg



Biologi och miljövetenskap inriktning biologi
Kandidatarbete 15 hp
Uppsala 2018

Självständigt arbete/Examensarbete / SLU, Institutionen för ekologi 2018:8

Naturvärdesträd – betydelsen av grovlek och ålder på träd för lavar och mossor

"Naturvärdesträd" - the impact of size and age on trees for lichens and bryophytes

Lisa Ekberg

Handledare: Lina Widenfalk, SLU, Institutionen för ekologi

Bitr. handledare: Olof Widenfalk, Greensway

Examinator: Thomas Ranius, SLU, Institutionen för ekologi

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i biologi

Kurskod: EX0689

Program/utbildning: Biologi och miljövetenskap

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2018

Omslagsbild: Lisa Ekberg

Serietitel: Självständigt arbete/Examensarbete / SLU, Institutionen för ekologi

Löpnummer: 2018:8

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Naturvärdesträd, epifytiska lavar, epifytiska mossor, boreal skog, hemiboreal skog, DBH, brösthöjdsdiameter, gamla träd, grova träd, senvuxna träd

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap
Institutionen för ekologi

Sammanfattning

Träd som är grova, gamla eller senvuxna är ovanliga i dagens skogar är mer värdefulla för biologisk mångfald än andra träd. För att ge dessa träd ett bättre skydd, har Skogsstyrelsen definierat så kallade *naturvärdesträd*. Naturvärdesträd är idag skyddade vid avverkning genom skogsvårdslagen och områden som innehåller många sådana träd klassas ofta som nyckelbiotoper, d.v.s. skogar som håller extra höga naturvärden enligt Skogsstyrelsens kartläggning. När man klassar träd som naturvärdesträd använder man idag olika gränsvärden för grovlek och ålder. En tall eller en gran i södra Sverige måste t.ex. överstiga 130 år eller vara minst 60 cm i diameter, och lövträd måste vara minst 70 år eller 50 cm i diameter för att räknas som ett naturvärdesträd. Dessa gränsvärden varierar beroende på i vilken klimatzon trädet står och vilket trädslag det är. Många ovanligare lövträd (såsom lönn, lind, rönn, sälg, oxel, en, hassel fågelbär och al) räknas som naturvärdesträd redan när de fått en grovlek på 10 cm.

Naturvärdesträd anses bland annat vara viktiga för epifytiska lavar och mossor, då många arter förekommer på grova, gamla eller senvuxna träd. Fortfarande vet man dock lite om hur sambandet mellan förekomst och artrikedom av de här grupperna korrelerar med karaktärer som definierar naturvärdesträd, och om det finns tröskelvärden när ett träd kan anses särskilt värdefullt. För att försöka kartlägga dessa samband genomfördes en litteraturstudie för boreala eller hemiboreala områden. Flera litteratursökningar gjordes på Web Of Science och dessutom inkluderades enskilda studier rekommenderade för mig av experter. Av de 233 studier som hittades bedömdes 39 vara relevanta och ingick som underlag i detta arbete. Sammanställningen av litteraturen visar att det är vanligast att grövre träd och äldre träd har större täckningsgrad samt högre artrikedom och artdiversitet av lavar och mossor. Av alla funna studier var 49 % utförda i Sverige, men också 19 % i Estland samt 19 % i Kanada. De resultat som fanns för sambandet mellan grovlek på träd och lavar var gjorda på lövträd och på trädnivå där en ökning av artdiversitet, abundans eller biomassa av lavar påvisades i majoriteten av studierna. För sambandet mellan gamla träd och mossor och lavar, visade sammanställningen att flest studier visade en ökning av artdiversitet, abundans eller biomassa på barrträd och på beståndsnivå. Det var vanligast att studierna undersökte antingen artrikedom eller artdiversitet, men även olika mått för förekomst av enskilda arter var vanligt förekommande. Det fanns ingen information om samband mellan senvuxna träd och lavar och mossor i litteraturen.

Mönstren att grövre träd och äldre träd har fler arter stärks av litteraturen. Däremot finns det endast få studier som påvisar tröskelvärden, speciellt på individnivå vilket i detta fall är intressantast för att stärka bedömningskriterierna för naturvärdesträd. Denna rapport kan därför varken bekräfta eller avfärda att gränsvärdena som används idag är fel. Här finns ett tydligt behov av mer kunskap för en starkare vetenskaplig grund av definitionen naturvärdesträd inom den praktiska naturvården i skogsbruket.

Nyckelord: naturvärdesträd, epifytiska lavar, epifytiska mossor, boreal skog, hemiboreal skog, DBH, brösthöjdsdiameter, gamla träd, grova träd, senvuxna träd

Abstract

Slow growing trees, old trees and trees with a large diameter at breast height (DBH) are considered to have a higher biodiversity than younger trees. In order to give a better protection the Swedish Forest Agency identified these trees as “*naturvärdesträd*” (i.e. trees of high conservation value). “*Naturvärdesträd*” are protected from felling by the Swedish forestry law, and areas that contain many of these are usually classified as key habitats. In order to classify a “*naturvärdesträd*”, there are different cut off values for age and thickness. A pine or a spruce in the South of Sweden must be 130 years old or at least 60 cm in DBH, a deciduous tree have to be 70 years old or 50 cm in DBH to be counted as a “*naturvärdesträd*”. These values differ due to climate zone, and tree species. Many unusual deciduous trees (as maple, lime, rowan, willow, Swedish whitebeam, juniper, hazel and alder) count as “*naturvärdesträd*” at a 10 cm DBH.

“*Naturvärdesträd*” are important to epiphytic lichens and bryophytes since they are frequently seen on these types of trees. Still little is known about the relation between the presences of these species or the species richness, and the relation to the characters defining a “*naturvärdesträd*”, or if specific threshold values for age and diameter could be defined from findings of epiphytic lichens and bryophytes. This literature study will try to map the relationships in boreal and hemi-boreal forests. Web Of Science was used for literature search, and further studies recommended by experts were included. Of all the 233 studies found, 39 studies were relevant.

The summary of the literature shows that bigger and older trees have a larger species diversity, higher richness or ratio of lichens and bryophytes. 49% of the studies were done in Sweden, 19% in Estonia, and 19% in Canada. The results for trees with a large stem diameter correlated with lichens, more studies were made on deciduous and individual trees where an increase of species diversity, abundance or biomass of epiphytic lichens could be noted in a majority of the studies. For results of old trees correlated with lichens and bryophytes, most results were found on conifer trees and on stand level. Result showed that an older tree show increased species diversity and abundance or biomass of lichens and bryophytes. Regarding all included studies most of them measured lichens or bryophytes based on species richness or species diversity, although studies focusing on the abundance of a single species were commonly seen. The pattern that an older and a thicker tree has more species, are confirmed by literature.

Still, very few studies demonstrate any threshold values on an individual tree level, although this would be most interesting to verify because of its implications for the assessment of “*naturvärdesträd*”.

Hence, this study could neither confirm nor reject the cut-off values used today, and more studies are needed for a stronger scientifically based definition of “*naturvärdesträd*” in the applied forest conservation biology.

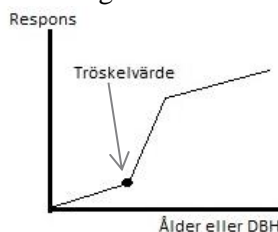
Keywords: retention tree, epiphytic lichens, epiphytic mosses, boreal forest, hemi-boreal forest, DBH, veteran tree, ancient tree, bryophytes

Innehållsförteckning

Viktiga begrepp	4
1 Inledning	5
1.1 Naturvärdesträd	6
1.1.1 Grova träd	7
1.1.2 Gamla träd	8
1.1.3 Senvuxna träd	8
1.2 Syfte, frågeställningar och hypotes	8
2 Metod	10
3 Resultat	12
3.1 Grova träd	12
3.1.1 Trädslag och rumslig skala för grova träd	13
3.1.2 Effekt av grovlek på olika mått av abundans och diversitet	14
3.1.3 Tröskelvärden för trädets grovlek	15
3.2 Gamla träd	17
3.2.1 Trädslag och rumslig skala för gamla träd	17
3.2.2 Effekt av ålder på olika mått av abundans och diversitet	19
3.2.3 Tröskelvärden för trädets ålder	19
4 Diskussion	22
4.1 Grova träd	24
4.2 Gamla träd	25
5 Slutsats	28
Referenslista	29
Bilaga 1 – resultat på grova träd	32
Bilaga 2 - resultat på gamla träd	35

Viktiga begrepp

- Artdiversitet = variationsrikedom av arter inom ett område
- Artrikedom = hur många arter det finns på ett område
- Täckningsgrad = artens täckningsgrad av trädet i %
- Biotopskydd = skyddsområde för små vatten eller markområden
- Boreal = klimatzon som är tempererad på norra halvklotet
- DHB = BDH = diameter i brösthöjd på ett träd
- Död ved = döda grenar samt döda stående eller liggande träd
- Epifytiska = påväxande
- FSC = skogsbrukscertifiering, Forest Stewardship Council
- Gränsvärde = är ett värde i den policy som finns och används idag
- Hemiboreal = klimatzon, är lite varmare än den boreala zonen, ligger också på norra halvklotet
- Högstubbar = träd som har sågats av på 3-4 meters höjd
- Krontak = trädens sammanväxande kronor som bildar ett sorts tak med mindre ljusinsläpp
- PEFC = skogsbrukscertifiering, Programme of the Endorsement of Forest Certification
- Signalarter = arter som används för att hitta platser med höga naturvärden istället för att leta efter en specifik egenskap på platsen
- Slutavverkning = när man hugger ner de flesta träd på ett område
- Ståndort = platsen där skogen växer som har ett visst sorts klimat, djur o.s.v.
- Tröskelvärde = är ett ekologiskt värde där egenskaper förändras (Figur 1).



Figur 1. Visar ett tröskelvärde

1 Inledning

Sverige är täckt av ca 28 miljoner hektar skog, och 24 miljoner hektar av dessa är produktionsskog (Riksskogstaxeringen, 2017). Det konventionella skogsbruket skapar lägre variationer i både habitat och strukturer än vad det skulle funnits i en naturlig skog. Därför anses många arter på sikt riskera att försvinna och att artrikedomen eller artdiversiteten minskar i många skogar (Naturvårdsverket, 2018). Åldersvariationen är ofta densamma och förekomsten av riktigt gamla och grova träd är lägre i brukade skogar.

Redan så tidigt som vid 1900 talets början hade skogsbruk påverkat stora delar av Sverige. Export, och inhemsk användning i gruvor och järnbruk hade gjort att de träd som hade ett större ekonomiskt värde högs ner, och man inriktade sig på de grövsta och äldsta träden. Kalhyggesbruket utvecklades under 1960-talet, med stora kala hyggen, markberedning och plantering.

Insikten att skogsbruket påverkar biologisk mångfald negativt, växte fram under 70-talet, och det med stark påverkan av miljörörelsen (Holmberg, 2005). Detta ledde till att olika typer av naturhänsyn började utvecklas i skogsbruket (Simonsen *et al.*, 2015). Rödlister där arter som är hotade eller håller på att försvinna, hade börjat tas fram år 1979 och naturhänsynen började utvecklas. Även skoglig certifiering (FSC och PEFC) togs i bruk, för att skapa ett mer hållbart skogsbruk och att kunderna som köper varor baserade på skogsråvara ska kunna se detta. Skogsstyrelsen får år 1993 uppdraget av regeringen att kartlägga skog med höga naturvärden, den så kallade nyckelbiotopsinventering. Även generella hänsyn i produktionsskog utvecklades, vilket innebar att bland annat trädgrupper och träd som ansågs särskilt värdefulla sparades (Holmberg, 2005). Det finns idag internationella och nationella regleringar för att den biologiska mångfalden inte skall minska, och flera av de 16 miljö kvalitetsmålen berör skogsmark, exempelvis "Levande skogar" och "ett rikt växt och djurliv" (Sveriges miljömål, u.å).

En viktig del i att skydda unika livsmiljöer för rödlistade och hotade arter är att formellt skydda skog som har högt naturvärde. Detta kan bland annat ske i form av naturreservat. Enligt certifieringen FSC (och i hög utsträckning även PEFC) får man inte heller avverka nyckelbiotoper (FSC, u.å). Nyckelbiotoper är områden som har förutsättningar att hysa rödlistade arter, och de identifieras och registreras av Skogsstyrelsen (Skogsstyrelsen, 2018a). De stora skogsbolagen har själva an-

svaret att identifiera skogar med höga naturvärden och nyckelbiotoper. Skogsbolagen har också i enighet med certifieringen åtagit sig att frivilligt avsätta 5% av sitt innehav (FSC, u.å.).

Nyckelbiotoper innehåller oftast rödlistade arter eller signalarter (Skogsstyrelsen, 2018b). Även andra strukturer som kan kopplas till skog med höga naturvärden används för att identifiera nyckelbiotoper. En av dessa strukturer är naturvärdesträd som utgörs av bland annat grova och gamla träd (Skogsstyrelsen, 2014). Anledningen att rapporten är begränsad till just lavar och mossor, berodde på att flest signalarter och rödlistade arter som används vid bedömning av nyckelbiotoper och kan kopplas till naturvärdesträd, är just lavar och mossor.

För flera epifytiska lavar och mossor har man visat på negativa effekter av skogsbruk (Sundberg *et al.*, 2015). Dessa har ofta specifika krav såsom trädslag, barkstrukturer eller pH (Backlund *et al.*, 2016) vilket gör dem mer känsliga för förändringar i livsmiljön. Vid kalhuggning försvinner många habitat för just lavar och mossor, därför anses det generellt bättre att lämna kvar fler träd i samband med avverkning (Bartels *et al.*, 2018). Det är därför också sannolikt att naturvärdesträd bör ha särskilt stor betydelse för epifytiska lavar och mossor, då de erbjuder speciella egenskaper och strukturer. Fortfarande är dock det vetenskapliga stödet för de strukturer och gränsvärden som används för att definiera naturvärdesträd, och dess betydelse för lavar och mossor, begränsat.

1.1 Naturvärdesträd

Naturvärdesträd har mycket höga naturvärden, detta eftersom de utgör habitat för flertalet rödlistade eller hotade arter, allt från vitryggig hackspett till insekter, svampar, lavar och mossor. På grund av att naturvärdesträd har så många organismer knutna till sig, så har de stor betydelse för den biologiska mångfalden. Enligt Skogsstyrelsen är dessa följande exempel på definitioner av naturvärdesträd som har tagits fram:

- "Grova och/eller äldre träd med höga naturvärden inklusive grova enar och grova, tidigare frivuxna hagmarksgranar.
 - Gamla senvuxna träd
 - Boträd med risbon, hålträd eller grova träd med påtagligt vid och grovgrenig och/eller platt krona.
 - Grov hassel, grova aspar och alar i barrdominerade bestånd om de inte förekommer rikligt.
 - Trädformig sälg, rönn, oxel, lönn, lind, hägg, fågelbär, alm och hagtorn i barrdominerade bestånd (> 7 cm i bhd).
 - Träd med påtagliga, öppna brandlyror och träd med tydliga äldre kultur-spår."
- (Skogsstyrelsen, 2014)

Träd som går under denna beskrivning av vad ett naturvärdesträd är, skall också tas hänsyn till enligt Skogsvårdslagen §30 (SFS 1979:429). Man skall alltid lämna dessa vid skogliga åtgärder, oavsett antal eller placering och gynna arterna som

finns på eller i trädet och ge dem de bästa förutsättningarna att leva kvar (Bengtsson *et al.*, 2015).

1.1.1 Grova träd

Ett grovt träd är ett träd som har en stor stamomkrets eller diameter vid brösthöjd (DBH). Ett träd anses vara grovt vid olika DBH beroende på trädslag (Tabell 1). Att gränserna är olika beror på att olika träd eller trädslag växer olika snabbt, och beror också på vilken ståndort de växer i.

Sveaskog använder ett gränsvärde för naturvärdesträd på minst 40-80 cm i diameter, beroende på var i landet trädet finns, ståndort och trädslag (Bleckert, 2017). I deras naturvärdesbedömning finns liknande mått som Skogsstyrelsen använder. Det enda som skiljer är att alla ovanliga trädslag i skogen (såsom lönn, lind, rönn, sälg, oxel, en, hassel, fågelbär och al) räknas som naturvärdesträd om de har en DBH på mer än 10cm (Sveaskog, u.å).

Tabell 1. Tabellen nedan är en definition av vad Skogsstyrelsen räknar som grovt träd. Måtten avser minimidiametern i brösthöjd, uttryckt i centimeter. Om det visar ett intervall är den mindre diametern avser träd norrut i landet, medan den större avser träd i den södra delen av landet (Norén *et al.*, 2014).

Trädslag	Grovlek (cm)
Gran (<i>Picea abies</i>)	60-70
Tall (<i>Pinus sylvestris</i>)	60-70
Asp (<i>Populus tremula</i>)	40-50
Ask (<i>Fraxinus excelsior</i>)	60
Alm (<i>Ulmus ssp.</i>)	60
Glasbjörk (<i>Betula pubescens</i>)	40-50
Vårtbjörk (<i>Betula pendula</i>)	40-50
Bok (<i>Fagus sylvatica</i>)	80
Ek (<i>Quercus robur</i>)	80
Klibbal (<i>Alnus glutinosa</i>)	40-50
Gråal (<i>Alnus incana</i>)	40-50
Rönn (<i>Sorbus aucuparia</i>)	25-30
Oxel (<i>Sorbus intermedia</i>)	40-50
Lind (<i>Tilia cordata</i>)	50
Lönn (<i>Acer platanoides</i>)	50
Avenbok (<i>Carpinus betulus</i>)	50
Fågelbär (<i>Prunus avium</i>)	50
Sälg (<i>Salix caprea</i>)	40

1.1.2 Gamla träd

Gamla träd är träd som har fått stå kvar längre än normal produktionsskog. Gränsvärdet för gamla träd i Sveaskogs introduktion för naturvärdesbedömning är ca 200-300 år, detta beror också på trädets läge i landet och vilken naturtyp trädet växer i (Bleckert, 2017). Tall och gran är enligt dokumentet för identifiering av naturvärdesträd gamla när de når >130-170 år, beroende på ståndort (Sveaskog, u.å). Även Naturvårdsverket klassar vad de kallar "gammelskog" vid 150 år i norra delarna av Sverige och 130 år i södra delen. Men detta är på beståndsnivå och inte trädnivå (Naturvårdsverket, 2017).

Gamla träd kan ha fler egenskaper än just åldern som definierar att de är gamla. Exempel på detta kan vara grov bark, grova och döda grenar, ökad grovlek, knottiga nedåtriktade grenar och vid och/eller tillplattad krona (Sveaskog, u.å). Dessa träd har också under en längre tid exponerats för sporer av lavar och mossor, vilket också kan bidra till en högre artrikedom än vad yngre träd har. Egenskaper för gamla träd är att barken blir mer veckad, pH förändras på barken och trädet kan till och med tappa bark när det blir äldre (Backlund *et al.*, 2016).

1.1.3 Senvuxna träd

Senvuxna träd kan vara svåra att identifiera då de är mycket mindre trots att de är gamla. De har stått och "stampat" väldigt länge då de ofta växer på myr, sumpskog eller annan näringsfattig mark d.v.s. mark där aktivt skogsbruk inte bedrivs och på så sätt klassas som impediment (Norén *et al.*, 2014). Dess egenskaper är att eftersom de är så långsamväxande, har de väldigt täta årsringar och är därmed mycket smalare trots att de är väldigt gamla. Träd som är senvuxna är också svåra att definiera då det inte finns någon gräns på vad som är normal växttakt jämfört med långsam växttakt, andra egenskaper som exempel barkstruktur är också svårdefinierat men kan även tyda på att det är ett gammalt träd.

1.2 Syfte, frågeställningar och hypotes

Syftet med denna studie är att undersöka den ekologiska relevansen av de gränsvärden som används för naturvärdesträd för lavar och mossor. Egenskaper såsom trädets grovlek och ålder är objektiva och relativt enkla att mäta, därför fokuserar denna studie på dessa definitioner av naturvärdesträd. Målsättningen är att identifiera om dessa gränsvärden överensstämmer med ekologiska tröskelvärden för förekomst och artrikedom av lavar och mossor.

De mer specifika frågeställningarna i studien är:

- Har de gränsvärden för ålder och grovlek som används vid definition av naturvärdesträd idag, stöd i litteraturen utifrån tröskelvärden för lavar och mossor?
- När kan ett träd anses som grovt utifrån hur artrikedom, diversitet och abundans av lavar och mossor påverkas av trädets diameter?
- När kan ett träd anses som gammalt utifrån hur artrikedom, diversitet och abundans av lavar och mossor påverkas av trädets ålder?
- Hur påverkar trädets senvuxenhet förekomsten av lavar och mossor?

2 Metod

Detta är en systematisk litteraturstudie som har grund i olika vetenskapliga artiklar och rapporter som är funna på Web of Science med databas Web of Science Core Collection. Sökningarna är gjorda mellan den 10/4 – 27/5 2018. Även vissa artiklar som rekommenderades av experter inkluderades.

Vid sökningarna som har använts, finns en bas som söksträngarna har utgått ifrån. Dessa lyder:

Boreal AND

Olika ord för naturvärdesträd: tree* OR "retention tree" OR "retention-tree" OR "green tree" OR "remnant tree" AND

Olika ord för skog: forest* OR "plantation" OR "woodland" OR "silvicultur" AND

Mossa och lavar: moss* OR "epiphytic lichens" OR lichen* OR bryophyte* OR liverworts* OR hornworts* AND

Sedan lagt till ord för de olika inriktningarna som finns i frågeställningarna.

Grova träd: "big tree*" OR large tree* OR "tree diameter" OR "DBH" OR "diameter at breast height" OR "circumference" OR "tree size"

Gamla träd: "ancient tree" OR "veteran tree" OR "tree age" OR "old-grow"

Senvuxna träd: "slow grow"

Detta resulterade i 4 artiklar om senvuxna träd, 198 artiklar om ålder på träd och 31 artiklar om grovlek på träd. Relevanta artiklar som har nämnt mått på grova träd samt ålder för gamla träd eller senvuxna träd har sparats, studierna som undersökts skall ha utförts i ett klimat som liknar det i Sverige, d.v.s. norden, Kanada, Storbritannien, Estland, Lettland och Litauen. Studierna skulle handla om skog i boreala eller hemiboreala områden. Grovlek, ålder eller senvuxenhet skulle även vara relaterad till artrikedom, artdiversitet, abundans eller biomassa hos epifytiska (dvs. växande på träd) lavar och mossor som svarsvariabel i studierna.

Artiklarna som utifrån sammanfattningen har bedömts som relevanta (då de uppmätte eller uppskattade grovlek och ålder) har lästs igenom, sedan har sammanfattning, introduktion och resultat lästs igenom ytterligare en gång, och en ytterligare gallring gjordes med tanke på relevans.

Totalt inkluderades 39 studier i detta arbete. Resultatet av studierna som handlade om lavar eller mossor sammanfattades i en tabell i Excel med värden och effekten värdet har gett, samt en svarsvariabel och ytterligare kommentarer. Resultatet har varit uppdelat så att varje resultat för olika trädslag eller svarsvariabler har en egen rad. Det blev 89 resultatrader av dessa 39 studier (Bilaga 1 och Bilaga 2). Varje enskilt resultat delades upp på följande rubriker:

- Nivå: trädnivå (individuella träds grovlek eller ålder) eller beståndsnivå (medelvärde av grovlek eller ålder).
- Trädslag
- Grovlek: ett spann studien har mätt på, eller den genomsnittliga grovleken på ett bestånd.
- Effekt av grovlek: kan vara ett positivt, negativt eller ett icke linjärt samband med svarsvariabeln.
- Ålder: ett spann studien har mätt på, eller den genomsnittliga åldern på ett bestånd.
- Effekt av ålder: kan vara ett positivt, negativt eller ett icke linjärt samband med svarsvariabeln.
- Tröskelvärde: som studien själv definierade eller där det fanns en skillnad mellan två efterföljande kategorier i en trend.
- Svarsvariabel: Exempel är artdiversitet, artrikedom eller täckningsgrad av lavar eller mossor, både som familjer eller som alla lavar och mossor som uppmättes på trädindividerna eller beståndet.

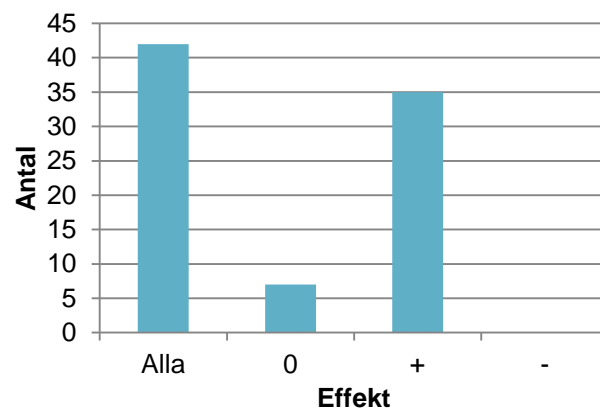
Utifrån denna sammanfattning av befintliga resultat grupperades och sammanfattades resultaten baserat på de olika angivna variablerna, så som trädslag eller nivå. Detta för att skapa en överblick över hur fördelningen av det befintliga materialet ser ut för att bedöma var de största kunskapsluckorna finns. Identifierade tröskelvärden sammanställdes, i möjligaste mån undersöktes rapporterad statistik för att avgöra om angivna tröskelvärden var egentliga (statistiskt säkerhetsställda med t.ex. signifikant p-värde) och ifall det fanns tröskelvärden som inte benämndes som detta i studierna. Dock gjordes inga egna analyser av data för att hitta ytterligare tröskelvärden.

3 Resultat

Av de funna 39 studierna var 49 % utförda i Sverige och 19 % i Estland samt 19 % i Kanada. Resterande av det totala antalet studierna (12 %) är gjorda i andra länder som ingår i studien. En sammanställning av alla undersökta studier i denna litteraturstudie finns i bilaga 1 och bilaga 2. Trots att litteratur kring senvuxna träd eftersöktes, kunde inga relevanta artiklar hittas som mätte effekterna på lavar eller mossor. Det var endast en studie utförd i Kanada som undersökte epifytiska mossor, detta med ålder på träden och med svarsvariabel levermossor och mossor i allmänhet. Både täckningsgrad och artrikedom undersöktes i denna studie på beståndsnivå och på svartgran (Tabell 7 och Bilaga 2) (Boudreault *et al.*, 2002). De flesta svarsvariablerna var på artrikedom eller artdiversitet av lavar inom studier på trädstorlek och trädålder. Resultat angående rödlistade arter är mest intressant då nyckelbiotoper ofta är habitat för dessa (Skogsstyrelsen, 2018b). Man har kunnat se ett starkt samband mellan antal rödlistade arter och trädets DBH, särskilt starkt var sambandet hos ask och alm (Thor *et al.*, 2010). En annan studie visar att det finns fler rödlistade arter på gran och tall som är >110 år gamla (Marmor *et al.*, 2011).

3.1 Grova träd

42 resultat (från 39 studier) ingår för grovlek på träd. Majoriteten av resultaten visar en ökning av lavars täckningsgrad eller biomassa (mängden), artrikedom eller artdiversitet (mångfald) med ökad grovlek på träd. Det var endast 16 % som inte kunde styrka något samband och ingen studie uppvisade en minskning av lavars mängd eller mångfald (Fig. 2). Fler studier på trädnivå och lövträd gjordes (Tabell 2)



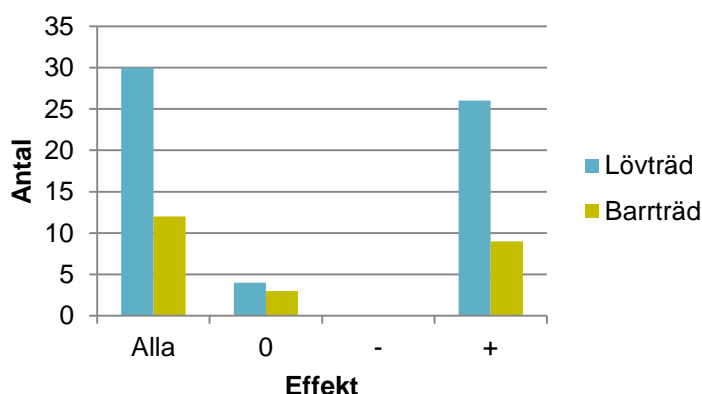
Figur 2. Antalet resultat som visar ett positiv, negativ eller ingen effekt av grovlek (DBH) på träd för artrikedom, artdiversitet eller täckningsgrad av lavar.

3.1.1 Trädslag och rumslig skala för grova träd

Tabell 2. Antalet resultat av studier på grovlek, uppdelade på både nivå och trädslag.

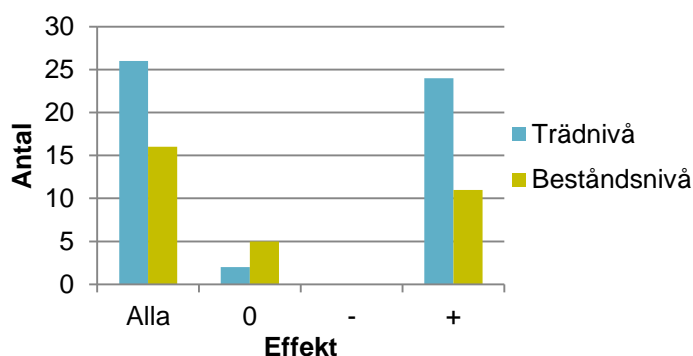
	Lövträd	Barrträd
Trädnivå	18	8
Beståndsnivå	12	4

Alla studier på trädålder är här indelade på antingen vilket trädslag de undersökt lavar på, men även om undersökningarna är gjorda på enskilda träd eller bestånd. Många av studierna undersökte lövträd, endast 29 % studerade effekten av grovlek hos barrträd. Ungefär lika många studier på barrträd som lövträd påvisade inget samband med grovlek och artrikedom, artdiversitet, biomassa eller täckningsgrad av lavar. Av studierna på barrträd uppvisade 75 % en ökning av lavars mängd och mångfald av lavar och siffrorna var liknande för studierna på lövträd (Fig. 3).



Figur 3. Antalet resultat som visar ett positiv, negativ eller ingen effekt av grovlek (DBH) på träd för artrikedom, artdiversitet eller täckningsgrad av lavar.

Fler studier undersökte trädets grovlek på trädnivå än på beståndsnivå, alltså fler såg till den direkta effekten av ett individuellt träds diameter snarare än effekten av medeldiametern inom ett bestånd. För att utvärdera betydelsen av träds grovlek vid bedömning av naturvärdesträd, så är det effekten av individuella träds diameter som är relevant. Hela 92 % av studierna på trädnivå visade en ökning av lavars biomassa, artrikedom, artdiversitet eller täckningsgrad för grovlek på träd. På beståndsnivå fanns en ökning i lavars mängd och mångfald i 69 % av studierna (Fig. 4).

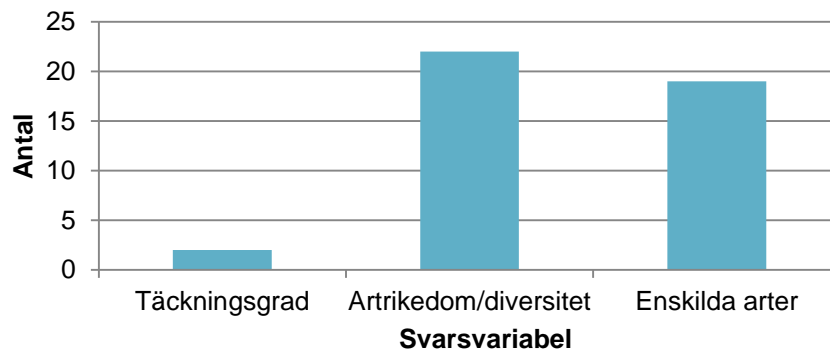


Figur 4. Antalet resultat som visar ett positiv, negativ eller ingen effekt av grovlek (DBH) på träd för artrikedom, artdiversitet eller täckningsgrad av lavar.

3.1.2 Effekt av grovlek på olika mått av abundans och diversitet

Alla studier är gjorda för olika svarsvariabler på lavar, de är uppdelade i mängd, mångfald eller om de undersökt enskilda arter familjer eller släkten nedan. Ungefär hälften av studierna (53 %) på grovlek för träd undersökte artrikedomen eller artdiversitet av lavar. Även enskilda arter var det många studier som undersökte,

detta inkluderar både lavars biomassa och lavars täckningsgrad (Fig. 5). Däremot var det få studier som hade studerat den totala täckningsgraden av alla lavar. Av de studier som undersökte artrikedom eller artdiversitet visade de flesta att denna ökade med grovleken på trädet, men två analyser inte kunde bekräfta något samband (Tabell 3).



Tabell 3. Antal resultat av artrikedom eller artdiversitet utifrån om de visade ett positivt eller negativt samband eller som inte kunde bekräfta något samband med grovlek av träd (mätt per individuellt träd).

	Positivt	Negativt	Inget
Grovlek	6	0	2

3.1.3 Tröskelvärden för trädets grovlek

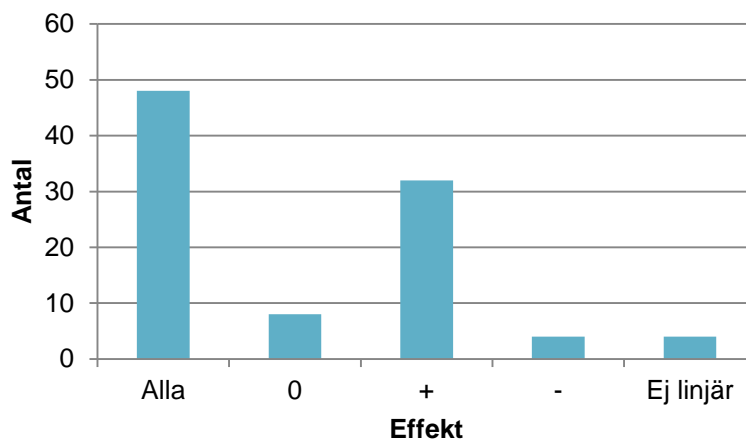
Väldigt få studier har pekat ut något specifikt tröskelvärde för betydelsen av träds grovlek för lavar eller mossor. Resultatet från en studie i Kanada visade att det finns ett tröskelvärde för genomsnittlig grovlek på bestånd och biomassa i de tre släktena Usnea, Bryoria och Evernia. Biomassan av dessa arter ökade när svartgranbeståndets DBH var större än 16 cm (Tabell 4) (Boudreault *et al.*, 2009).

Tabell 4. *Studier som har funnit tröskelvärden*

Studie	Land	Nivå	Skogstyp	Trädslag	Tröskelvärde	Svarsvariabel	Kommentar
(Boudreault <i>et al.</i> , 2009)	Kanada	Bestånd	Granskog	Svartgran (<i>Picea mariana</i>)	>16 cm	Biomassa av-skägglavssläktet (<i>Usnea</i>)	Biomassan ökar på trädbestånd som har DBH >16 cm
(Boudreault <i>et al.</i> , 2009)	Kanada	Bestånd	Granskog	Svartgran (<i>Picea mariana</i>)	>16 cm	Biomassa av (<i>Evernia</i>)	Biomassan ökar på trädbestånd som har DBH >16 cm
(Boudreault <i>et al.</i> , 2009)	Kanada	Bestånd	Granskog	Svartgran (<i>Picea mariana</i>)	>16 cm	Biomassa av (<i>Bryoria</i>)	Biomassan ökar på trädbestånd som har DBH >16 cm

3.2 Gamla träd

Målet var att hitta en ålder för när ett träd räknas som gammalt utifrån lavars och mossors perspektiv, men de flesta studierna är gjorda på hela trädens livstid och har då med unga träd också. Av 48 studier gjorda på effekten av trädets ålder, hade 75 % en ökning av lavar och mossors artrikedom, artdiversitet, biomassa eller täckningsgrad med trädålder. Endast ett fåtal (8 %) visade på en minskning eller även ett icke linjärt samband med lavar och mossors mångfald eller mängd, medan 17 % inte visade något samband alls. Ett icke linjärt samband betyder här att svarsvariablerna först ökar med åldern till en viss punkt där sambandet minskar istället. Det var bara en enda studie som hade flera resultatsrader med olika svarsvariabler som handlade om mossor, denna var utförd i Kanada på svartgran (Boudreault *et al.*, 2002). De flesta av alla studier utfördes på barrträd och på beståndsnivå (Tabell 5).



Figur 6. Antalet resultat som visar ett positiv, negativ, icke linjär eller ingen effekt av trädålder för artrikedom, artdiversitet eller täckningsgrad av lavar.

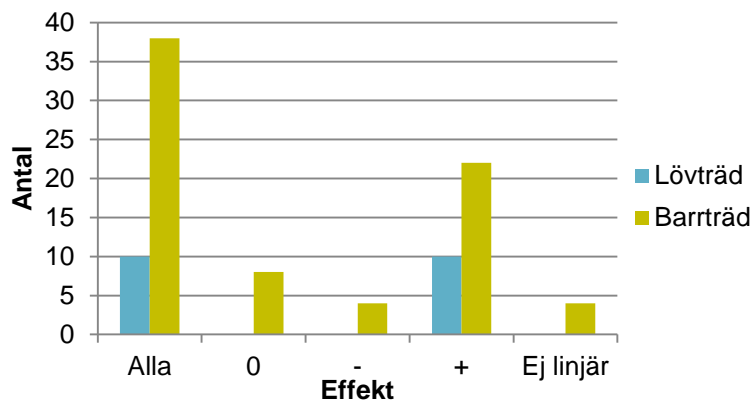
3.2.1 Trädslag och rumslig skala för gamla träd

Tabell 5. Antalet resultat av studier på trädålder, uppdelade på både nivå och trädslag.

	Lövträd	Barrträd
Trädnivå	3	8
Beståndsnivå	7	29

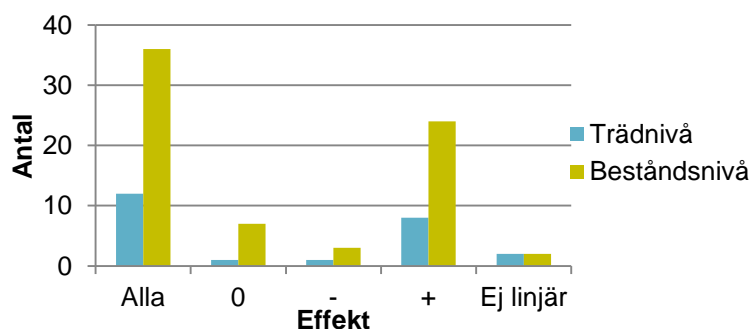
Alla studier på trädålder är här indelade på aningen vilket trädslag de undersökt lavar och mossor på, men även om undersökningarna är gjorda på enskilda träd

eller bestånd. 79 % av studierna var utförda på barrträd (Fig. 7). Av de 10 studier som utfördes på lövträd visade samtliga en ökning av lavars täckningsgrad, artrikedom, biomassa eller artdiversitet. Studierna på barrträd visade att 57 % av lavarnas mängd eller mångfald ökade med åldern, 21 % uppvisade inget samband, 11 % visade en minskning av lavars och mossors artdiversitet, artabundans eller biomassa. 11 % hade ett icke linjärt samband där lavar mängd ökade till 101 år på beståndsnivå, och ökade till 150 år för trädnivå, för att sedan minska igen (Fig. 7).



Figur 7. Antalet resultat som visar ett positiv, negativ, icke linjär eller ingen effekt av trädålder för artrikedom, artdiversitet eller täckningsgrad av lavar.

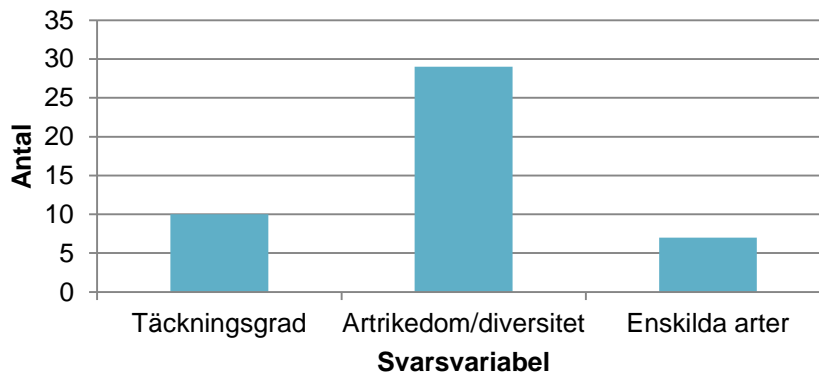
75 % av alla studier var utförda på beståndsnivå, 19 % av dessa visade inte upp något samband mellan ålder på träd och lavars eller mossors artrikedom, artdiversitet, biomassa eller täckningsgrad (Fig. 8). Det är två stycken icke linjära samband, både på trädnivå och på beståndsnivå, dessa från samma studie och på samma arter som visar att biomassan ökar till en viss ålder för att sedan minska (Boudreault *et al.*, 2009). Endast 8 % av studierna på beståndsnivå uppvisade en minskning av mossors och lavars mängd och mångfald. Studien som utfördes på mossor utfördes på beståndsnivå (Boudreault *et al.*, 2002).



Figur 8. Antalet resultat som visar ett positiv, negativ, icke linjär eller ingen effekt av trädålder för artrikedom, artdiversitet eller täckningsgrad av lavar.

3.2.2 Effekt av ålder på olika mått av abundans och diversitet

Alla studier är gjorda på olika svarsvariabler på lavar och mossor, de är uppdelade i mängd, mångfald eller om de undersökt enskilda arter (Fig. 9). 60 % av studierna för trädålder, studerade lavars och mossors artrikedom eller artdiversitet. Resten av de 40 % är uppdelat med 21 % av studierna som undersökte täckningsgrad och 19 % inriktade på enskilda arter (Fig. 9). Av de studier som undersökte artrikedom eller diversitet ökade de flesta med åldern (Tabell 6).



Figur 9. Studier gjorda på trädålder indelade på svarsvariabel.

Tabell 6. Antal studier av artrikedom eller artdiversitet utifrån om de visade ett positivt, icke linjärt, negativt samband eller som inte kunde bekräfta något samband med ålder av träd (mätt per individuellt träd).

	Positivt	Negativt	Inget	Icke linjärt
Ålder	9	1	0	0

3.2.3 Tröskelvärden för trädets ålder

Av de studier som fann ett tröskelvärde för mossors och lavars mängd eller mångfald var de flesta studierna utförda i Kanada på svartgran. Där man tittat på svartgransbestånd(4 studier) ser man att tröskelvärdet för biomassa kan variera från 100 år till 200 år men att det är olika arter av mossor och lavar som man undersökt. Effekten i studierna är varierad, man ser både ökning, minskning och icke linjär effekt på biomassa. Endast en av studierna gäller lövträd, denna är gjord i Sverige på ask (Jonsson *et al.*, 2011) (Tabell 7). Här ser man att lavars artrikedom har en starkare relation till ålder än DBH för askträd som är yngre än 65 år. Artrikedom över 65 år minskar.

Tabell 7. Studier som har funnit tröskelvärden.

Studie	Land	Nivå	Skogstyp	Trädslag	Tröskelvärde	Svarsvariabel	Kommentar
(Boudreault <i>et al.</i> , 2015)	Kanada	Bestånd	Blandskog	Svartgran (<i>Picea mariana</i>)	>100 år	Biomassa av busklavar (fructicosa lavar)	Biomassan var högst i bestånd >100 år.
(Boudreault <i>et al.</i> , 2002)	Kanada	Bestånd	Odefinierat	Svartgran (<i>Picea mariana</i>)	>160 år	Täckningsgrad av levermossa (<i>Marchantiophyta</i>)	Högre täckningsgrad av levermossor på träd som var >160 år.
(Boudreault <i>et al.</i> , 2002)	Kanada	Bestånd	Odefinierat	Svartgran (<i>Picea mariana</i>)	>120 år	Artrikedom av levermossor (<i>Marchantiophyta</i>)	Fler arter levermossor på träd som var >160 år.
(Boudreault <i>et al.</i> , 2009)	Kanada	Bestånd	Granskog	Svartgran (<i>Picea mariana</i>)	>101 år	Biomassa av (<i>Bryoria</i>)	Biomassan var högre i åldern 101-200 år gamla träd, men minskade sedan för träd >200 år. Ett icke linjärt samband.
(Boudreault <i>et al.</i> , 2009)	Kanada	Bestånd	Granskog	Svartgran (<i>Picea mariana</i>)	>101 år	Biomassa av skägglavssläktet (<i>Usnea</i>)	Biomassan var högre i åldern 101-200 år gamla träd, men minskade sedan för träd >200 år. Ett icke linjärt samband.
(Boudreault <i>et al.</i> , 2009)	Kanada	Bestånd	Granskog	Svartgran (<i>Picea mariana</i>)	>200 år	Biomassa av (<i>Evernia</i>)	Biomassan var lägre för träd >200 år

(Boudreault <i>et al.</i> , 2009)	Kanada	Träd	Granskog	Svartgran (<i>Picea mariana</i>)	>150 år	Biomassa av (<i>Bryoria</i>)	Biomassan ökande i träd <150 år, och minskade i träd >150 år.
(Boudreault <i>et al.</i> , 2009)	Kanada	Träd	Granskog	Svartgran (<i>Picea mariana</i>)	>150 år	Biomassa av-skägglavssläktet (<i>Usnea</i>)	Biomassan ökande i träd <150 år, och minskade i träd >150 år.
(Johansson <i>et al.</i> , 2007)	Sverige	Bestånd	Blandskog med mycket ask	Ask (<i>Fraxinus excelsior</i>)	<65år	Artrikedomen av lavar	Artrikedomen har ett starkare samband för träd <65år

4 Diskussion

Baserat på de 39 studier och de 89 olika resultat som har sammanställts i det här arbetet så går det att bekräfta att både fler och mer lavar återfinns på grövre och äldre träd. Eftersom endast en studie undersökte mossor är det svårt att dra slutsatser om dessa (Boudreault *et al.*, 2002), men de bör följa samma mönster som lavar och bli mer och fler på ett grövre och äldre träd. De 12 identifierade tröskelvärden som jag har funnit för gamla träd kommer från tre olika studier. De tröskelvärden på trädnivå som har påträffats i litteraturen liknande de gränsvärde som idag används vid bestämmandet av ett naturvärdesträd, trots att de tröskelvärden som hittats endast gäller mossor och lavar. Det fanns inte heller några relevanta studier på senvuxna träd. En anledning till detta kan vara att senvuxna träd är svåra att både identifiera och definiera trots sin höga ålder.

Resultaten på de flesta studier gjorda på trädnivå visar en ökning av lavar och mossors täckningsgrad, artrikedom eller artdiversitet i förhållande till trädets ålder och grovlek. Studier gjorda på trädnivå är mycket mer intressant i detta fall, då naturvärdesträd utses ett och ett, detta med hjälp av de gränsvärden som finns beskrivna i inventeringsmanualen. Även om det fanns ett samband mellan det enskilda trädets egenskaper med grovlek eller ålder, kan resultaten bero på att just denna individ står i ett bestånd som har en hög kontinuitet för lavar och mossor, och därmed ger ett högt tröskelvärde. Exempelvis kan det betyda att just det beståndet som dessa individer står i, har varit orört en längre tid. Om dessa trädindivider hade stått på en annan plats hade man inte fått samma resultat.

Studier gjorda på beståndsnivå kan också vara ett problem, eftersom trädens medelvärde i ålder inte kan resultera i något gränsvärde utan endast indikera generellt att ett äldre bestånd innehåller fler eller mer lavar och mossor.

Fast denna rapport har tagit upp mer än artdiversitet eller artrikedom är det dessa svarsvariabler som är viktigast i sammanhanget, då syftet med att bevara naturvär-

desträd är att öka möjligheterna för hög biologisk mångfald i skogen. Biomassa och täckningsgrad är egentligen inte lika intressanta och är inte på samma sätt kopplade till biologisk mångfald. Biomassa och täckningsgrad säger egentligen enbart något om mängden av en art. Dessa två variabler varierar kraftig beroende på vilken art av lav eller mossa det är som finns på ett trädslag. Rödlistade arter är däremot mer intressanta och en studie visar att det finns fler rödlistade arter på gran och tall som är >110 år gamla (Marmor *et al.*, 2011). Man har även kunnat se ett starkt samband mellan antal rödlistade arter och trädets DBH, särskilt starkt var sambandet hos ask och alm (Thor *et al.*, 2010).

När ett träd blir >200 år avtar diametern på trädet fast åldern ökar. För yngre träd finns redan ett samband mellan tillväxt och ålder (Johansson *et al.*, 2007). Däremot finner man inte detta samband för äldre träd (Lie *et al.*, 2009). Detta då åldern fortsätter att öka linjärt med tiden, medan diametern på ett träd avtar när trädet blir äldre. Därför går trädålder och grovlek att skilja på när ett träd blir äldre (i detta fall >200 år) och det skulle innebära att man skulle kunna se skillnad om mossor och lavar påverkas olika av grovlek eller trädålder.

Att gamla träd är habitat för specifika lavar har en studie kunnat se, då gamla träd har en annan sammansättning av lavararter än vad unga träd har (Zemanova *et al.*, 2017). Detta är också en anledning till att det är särskilt intressant med studier på enskilda arter av lavar och mossor, då olika arter exempelvis efterfrågar olika grovlek eller ålder på trädet de har sitt habitat på. Att veta vilka arter som vill ha vilka specifika egenskaper på ett träd kan vara intressant vid bevaring, då man skall gynna arterna som finns på naturvärdesträd och ge dem de bästa förutsättningarna att leva kvar (Bengtsson *et al.*, 2015). Det kanske är ett svårt uppdrag att kartlägga vad varje enskild art av mossor och lavar vill ha, eftersom det finns så många olika arter, men att utgå vetenskapligt ifrån vad signalarter vill ha skulle kunna vara en utgångspunkt.

Tröskelvärdena som är identifierade i detta arbete är endast de som i de inkluderade artiklarna tydligt har visats i figurer, eller som benämns som tröskelvärden i de lästa studierna. Många studier som har gjorts har mätt ålder eller DBH kontinuerligt. De flesta studier verkar inte hitta några tröskelvärden utan det finns snarare ett linjärt samband mellan både ålder och grovlek och de olika måtten på mångfald och abundans av lavar (och mossor) som har varit fokus för det här arbetet. Det innebär att det kan vara svårt att uttala sig om att träd över en viss ålder eller grovlek är bättre för lavar och mossor. Det finns dock en risk att alla studier inte har behandlat sin data så som det skulle behövas för att enkelt utläsa om tröskelvärden finns, då det inte har varit studiernas syfte. Om man hade haft mer tid och tillgång till den ursprungliga data som mätts, eller studerat figurer mer, hade nog fler trös-

kelvärden kunnat hittas i den vetenskapliga litteraturen. Fler tröskelvärden för andra organismer än endast tröskelvärden för lavar och mossor måste tas hänsyn till, för att man skall kunna förkasta eller stärka de gränsvärden som finns och används idag på naturvärdesträd.

Sökordskombinationen som använts hade kunnat utvecklas för att hitta fler tröskelvärde för andra arter än lavar och mossor. Sökordskombinationen för senvuxna träd gav endast fyra resultat och inga av dessa studier var relevanta. För fler resultat kunde en lösning vara att lägga till fler sökord på platser som senvuxna träd finns på, såsom myr eller hållstensmarker. Annan utveckling av sökorden skulle kunna vara att ta med "hemi-boreal" som ett sökord, även enbart "epiphytic" och inte bara "epiphytic lichens". Många studier kombinerar inte ordet i direkt anslutning till den artgrupp de studerat. Man kunde även lägga till ordet "old" då det i efterhand var uppenbart att relevanta artiklar hade missats på grund av att de endast använde det ordet i kombination med mer specifika termer som inte fångades upp av de sökord som valdes. Även kanske ordet "threshold*" eller "cut off value" skulle varit med i sökningen för att få ännu fler användbara resultat.

4.1 Grova träd

De flesta studier visade på ett positivt samband mellan artrikedomen, artdiversiteten eller täckningsgraden av lavar och grovleken på träd. Det finns heller inga negativa samband mellan lavars artrikedomen, artdiversitet eller täckningsgrad och större DBH, vilket ytterligare styrker detta.

Studierna visar även att grova träd mest undersökts på trädnivå. Det finns oftast enskilda mycket grova träd och inte hela bestånd. Alla träd sätts samtidigt i det konventionella skogsbruk som bedrivs idag, vilket innebär att alla träd borde vara lika grova. Trots detta kan det finnas variationer inom habitatet som gör att vissa träd får bättre förutsättningar och därför blir grövre. Den stora andelen av produktionsskog som finns i landet kan vara en anledning att det är svårt att hitta flera bestånd med grova träd att jämföra mellan. Träd som är grövre har ett högre värde, både som naturvärdesträd och som virke eller pappersmasa. Produktionskog huggs ofta ner när trädet är tillräckligt stort, och få träd sparas. Anledningen till att kombinationen att både lövträd och trädnivå också är mest undersökta inom de studier som använts, är att inom det skogsbruk som bedrivs idag i de undersökta regionerna, planteras mest tall och gran. Detta gör att stora bestånd med lövträd är svåra att hitta.

Endast en studie uppvisade något slags tröskelvärde. Det var en studie på svartgrannar i Kanada som rekommenderar att träd som är över 16 cm i DBH skall sparas

(Boudreault *et al.*, 2009). Eftersom studien gjordes på tre olika släkten av lavar (Usnea, Bryoria och Evernia), finns en möjlighet att resultatet skulle kunna tillämpas i Sverige eftersom vi har ett liknande klimat och dessa släkten även är vanliga i skogarna här. Samtidigt kan man invända mot att jämföra tröskelvärdet på svartgran i studien med de gränsvärden som finns på grova träd, eftersom svartgran inte förekommer i Sverige (Tabell 1). Om man ändå hade översatt tröskelvärdet till gran i Sverige hade tröskelvärdet varit väldigt lågt, då grans gränsvärde ligger på 60-70cm i DBH. Även att svarsvariabeln är biomassa av dessa släkten gör det till ett resultat som inte är så intressant, måttet är inte på biologisk mångfald utan kanske är mer intressant om man skall titta på hur mycket föda det finns för t.ex renar i området. Biomassan för lavar och mossor förändras mycket mellan arter, då t.ex. vissa har ett skorppliknande växtsätt, medan andra arter har ett hängande växtsätt.

4.2 Gamla träd

Precis som för grova träd visar också trädåldern en större del positiva samband med artrikedom eller artdiversiteten och täckningsgraden av lavar och mossor. Tyvärr fanns det endast ett fåtal resultat som handlade om mossor, detta från en enda studie. Visserligen var det resultat om både artrikedomen eller artdiversiteten och täckningsgraden av mossor, men dessa resultat är inte tillräckliga i sammanhanget då det inte går att jämföra med andra studier som också gjorts på mossor.

Två resultat pekade på att det fanns ett icke linjärt samband mellan ålder och lavars biomassa, detta både på trädnivå och på beståndsnivå, och gällde endast två olika släkten av lavar. Resultatet visade att biomassan av dessa två släkterna ökande upp till 101 år gamla träd för att sedan minska, detta endast på beståndsnivå. För trädnivå ökade biomassan upp till 150 år gamla träd för att sedan minska (Boudreault *et al.*, 2009).

Ett resultat stack ut på trädnivå hos granar, studien rekommenderade att det bör bevaras 10 träd som är >200 år per hektar för att kunna bevara ovanliga lavar (Zemanova *et al.*, 2017). Detta är ett särskilt intressant resultat för naturvärdesträd, då just hur många naturvärdesträd som behövs per hektar för att de ska kunna ge bestående effekt på den biologiska mångfalden, är information som i stort sett saknas. Vinsten med en tydlig rekommendation är att uppnå en mer sammanhängande yta med träd som tillåter spridning av lavar och mossor sinsemellan träden. En sådan rekommendation kan även liknas med den generella hänsyn som ska lämnas vid avverkning. Gamla träd har en stor biologisk mångfald, om man hade

implementerat att bevara fler äldre träd i dagens skogsbruk, hade den biologiska mångfalden på sikt kunnat öka. Att ju fler träd man sparar desto lättare har arterna att sprida sig mellan träd, styrks av en studie i Kanada, denna studie visar på att om man sparar 10 % av skogen vid avverkning, blir det en snabbare återväxt av mossor både på och under träd, än om man sparar 5 % eller inget (Bartels *et al.*, 2018).

Flest studier som undersökte betydelsen av trädålder var utförda på beståndsnivå. Det är lätt att hitta och undersöka hela bestånd som är jämgamla, detta på grund av att alla träd ofta sätts samtidigt i dagens konventionella skogsbruk. Det skulle kunna medföra att det blir svårt för lavar och mossor att sprida sig längre än inom beståndet, då ett helt bestånd som planteras med samma trädslag överallt, har samma artuppsättning av epifytiska mossor och lavar. Om för få träd lämnas efter avverkning kan man försvåra för lavarna att hitta rätt habitat och sprida sig mellan populationerna. Det skulle även kunna försvåra för att fortsatt spridning och förnyring om kvarvarande träd lämnas med för långt avstånd från varandra.

En studie från 2016 gav resultatet att tall och gran hade samma sorts artkomposition på träd som var >85 år gamla. Trots att artkompositionen var densamma på samma ålder var det olika egenskaper på träden som hade mest påverkan. Studien undersöktes på beståndsnivå och kom fram till att basal area samt barkdjup och DBH hade störst inverkan på artkomposition på tallar som var >85 år gamla, medan granens egenskaper som påverkade artkompositionen av lavar efter 85 år ålder, var krontak och grendensiteten (Backlund *et al.*, 2016).

Två resultat på trädnivå med svarsvariabel biomassa visar tröskelvärde på >150 år. Detta överensstämmer med Sveaskogs gränsvärde som säger att naturvärdesträd i trädslaget gran eller tall skall vara >130 år-170 år beroende på var i landet trädet växer (Sveaskog, u.å). Tre studier gjordes på beståndsnivå av svartgran med svarsvariabel biomassa, artrikedom och täckningsgrad. Här låg tröskelvärdet mellan 100-200 år. I detta fall är det svårare att dra slutsatser, eftersom tröskelvärdena hade ganska stor spridning samt att svartgran inte finns i Sverige. Den närmaste jämförelsen blir dock de gränsvärden för bestånd som Naturvårdsverket nämner och som ligger mellan 130-150 år beroende på var i Sverige trädet växer, dessa värden gäller för all sorts skog (Naturvårdsverket, 2017).

Gränsvärdet från Sveaskog är för trädnivå, och Naturvårdsverkets gränsvärde på beståndsnivå. Trots detta är gränsvärdena väldigt lika, fast Naturvårdsverkets norra gränsvärde är 20 år yngre än Sveaskogs. Detta gör nog ingen större skillnad i praktiken då det är svårt och kräver mycket erfarenhet att uppskatta trädålder med ögat och inte endast borrhprov. Då kan de rekommenderade gränsvärdena tas med en nypa salt och träd som är lite yngre kan bli naturvärdesträd ändå. Andra anled-

ningar att tröskelvärdena inte överensstämmer helt med gränsvärdena, kan bero på att Sveaskog eller Naturvårdsverket inte har tittat på samma svarsvariabler som denna litteraturstudie har gjort. Även att deras gränsvärde baserar sig på fler arter än lavar och mossor. Fler tröskelvärden hade dock behövts för att fastställa att rekommendationerna för naturvärdesträd stämmer.

5 Slutsats

De studier som ingår i denna litteraturstudie bekräftar att äldre och grövre träd har fler arter och mer lavar och mossor växande på sig. De gränsvärdena som används för gamla träd (>130-170år) har en viss grund i vetenskapliga studier. Ungefär samma tröskelvärden används i praktiken som de som identifieras i vetenskapliga studier, både på trädnivå och på beståndsnivå. De lägre tröskelvärdena som är funna och ligger ungefär vid 100-120 år för gamla träd, kan genom åldersbedömningen med ögonmått bli högre då åldersbedömningen på det sättet är osäker. Ålder på borrhov av lövträd kan också vara svåra att uppskatta ålder på, då årsringarna ligger väldigt tätt och då vara svåra och räkna. Gränsvärden för grova träd kunde inte bekräftas. Det behövs många fler studier för att kunna stärka att alla gränsvärden för alla olika grovlek i trädslag stämmer, detta hade kunnat finnas om undersökningar hade gjorts på ursprungliga mätdata eller vid andra sökordskombinationer. Viss skillnad på tröskelvärden kommer att finnas mellan olika arter för lavar och mossor, men tröskelvärdena bör undersökas på fler arter som har en egenskap (t.ex. trädberoende) som kan inverka på resultatet. Detta både för grovlek, ålder och senvuxna träd.

Det fanns inga resultat för kvantitativa egenskaper på senvuxna träd. Detta är ett stort studieområde som bör undersökas.

Gränsvärdena som finns i litteraturen är få, men om det hade funnits fler hade man kunnat använda dessa som vetenskaplig grund i nyckelbiotopsinventeringen, och till och med kunnat införa en tydligare gräns för hänsynen till naturvärdena i skogsvårdslagen. Denna rapport kan varken stärka eller säga att gränsvärdena som finns i dagens läge är fel.

Referenslista

- Asplund, J., Sandling, A., Kardol, P. & Wardle, D. A. (2014). The influence of tree-scale and ecosystem-scale factors on epiphytic lichen communities across a long-term retrogressive chronosequence. *Journal of Vegetation Science*, 25(4), ss 1100–1111.
- Backlund, S., Jonsson, M., Strengbom, J., Frisch, A. & Thor, G. (2016). A Pine Is a Pine and a Spruce - Is a Spruce The Effect of Tree Species and Stand Age on Epiphytic Lichen Communities. *Plos One*, 11(1).
- Bartels, S. F., Macdonald, S. E., Johnson, D., Caners, R. T. & Spence, J. R. (2018). Bryophyte abundance, diversity and composition after retention harvest in boreal mixedwood forest. *Journal of Applied Ecology*, 55(2), ss 947–957.
- Bengtsson, J., Lundh, G., Andersson, E., Andersson, M. & Forsberg, O. (2015). *Miljöhänsyn vid skogliga åtgärder*. 1500 ex. Taberg: Skogsstyrelsen. Tillgänglig: <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/aga-skog/miljohansyn/miljohansyn-vid-skogliga-atgarder-flipbok.pdf>. [2018-05-19].
- Bleckert, S. (2017). Instruktion för naturvärdesbedömning. Sveaskog.
- Boudreault, C., Bergeron, Y. & Coxson, D. (2009). Factors controlling epiphytic lichen biomass during postfire succession in black spruce boreal forests. *Canadian Journal of Forest Research-Revue Canadienne De Recherche Forestiere*, 39(11), ss 2168–2179.
- Boudreault, C., Bergeron, Y., Gauthier, S. & Drapeau, P. (2002). Bryophyte and lichen communities in mature to old-growth stands in eastern boreal forests of Canada. *Canadian Journal of Forest Research-Revue Canadienne De Recherche Forestiere*, 32(6), ss 1080–1093.
- Boudreault, C., Drapeau, P., Bouchard, M., St-Laurent, M.-H., Imbeau, L. & Bergeron, Y. (2015). Contrasting responses of epiphytic and terricolous lichens to variations in forest characteristics in northern boreal ecosystems. *Canadian Journal of Forest Research*, 45(5), ss 595–606.
- FSC. *Får FSC-skogsägare avverka nyckelbiotoper?* (u.å) (FSC Sweden). Tillgänglig: <https://se.fsc.org:443/se-se/om-fsc/vanliga-frgor-och-svar/5-fr-fsc-skogsgare-avverka-nyckelbiotoper>. [2018a-04-01].
- FSC, F. S. C.-. *FSC:s principer och kriterier*. (u.å) (FSC Sweden). Tillgänglig: <https://se.fsc.org:443/se-se/standarder/principer-och-kriterier>. [2018b-04-01].
- Gu, W. D., Kuusinen, M., Kontinen, T. & Hanski, I. (2001). Spatial pattern in the occurrence of the lichen *Lobaria pulmonaria* in managed and virgin boreal forests. *Ecography*, 24(2), ss 139–150.
- Holmberg, L.-E. (2005). *Skogshistoria år från år 1177-2005 – Skogspolitiska beslut*. Jönköping: Skogsstyrelsen. (5).
- Humphrey, J. W., Davey, S., Peace, A. J., Ferris, R. & Harding, K. (2002). Lichens and bryophyte communities of planted and semi-natural forests in Britain: the influence of site type, stand structure and deadwood. *Biological Conservation*, 107(2), ss 165–180.
- Johansson, P. & Ehrlén, J. (2003). Influence of habitat quantity, quality and isolation on the distribution and abundance of two epiphytic lichens. *Journal of Ecology*, 91(2), ss 213–221.
- Johansson, P., Rydin, H. & Thor, G. (2007). Tree age relationships with epiphytic lichen diversity and lichen life history traits on ash in southern Sweden. *Ecoscience*, 14(1), ss 81–91.

- Jonsson, M. T., Thor, G. & Johansson, P. (2011). Environmental and historical effects on lichen diversity in managed and unmanaged wooded meadows. *Applied Vegetation Science*, 14(1), ss 120–131.
- Juriado, I., Paal, J. & Liira, J. (2003). Epiphytic and epixylic lichen species diversity in Estonian natural forests. *Biodiversity and Conservation*, 12(8), ss 1587–1607.
- Kuusinen, M. & Siitonen, J. (1998). Epiphytic lichen diversity in old-growth and managed Picea abies stands in southern Finland. *Journal of Vegetation Science*, 9(2), ss 283–292.
- Lie, M. H., Arup, U., Grytnes, J.-A. & Ohlson, M. (2009). The importance of host tree age, size and growth rate as determinants of epiphytic lichen diversity in boreal spruce forests. *Biodiversity and Conservation*, 18(13), ss 3579–3596.
- Marmor, L., Torra, T., Saag, L. & Randlane, T. (2011). Effects of forest continuity and tree age on epiphytic lichen biota in coniferous forests in Estonia. *Ecological Indicators*, 11(5), ss 1270–1276.
- Naturvårdsverket. *Gammelskog*. (2017-10-20) (Naturvårdsverket). Tillgänglig: <https://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning/Miljoovervakning/Bedomningsgrunder/Skogslandskap/Gammelskog/>. [2018-05-22].
- Naturvårdsverket. *Rödlistade - utrotningshotade djur, växter och svampar*. (2018-01-02) (Naturvårdsverket). Tillgänglig: <http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Vaxter-och-djur/Biologisk-mangfald/Rodlistan/>. [2018-05-21].
- Norén, M., Nitare, J., Larsson, A. & Hultgren, B. (2014). *Handbok för inventering av nyckelbiotoper*. 3. ed Jönköping: Skogsstyrelsen. Tillgänglig: <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/miljo-och-klimat/handbok-nyckelbiotoper.pdf>. [2018-05-06].
- Riksskogstaxeringen. *All mark | Externwebben*. (2017-05-18). Tillgänglig: <https://www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/riksskogstaxeringen/statistik-om-skog/senaste-statistiken/all-mark/>. [2018-05-21].
- SFS 1979:429 *Skogsvårdslagen*. Stockholm: Näringsdepartementet
- Simonsson, P., Gustafsson, L. & Östlund, L. (2015). Naturhänsyn vid avverkning - Debatten och drivkrafterna 1968-2003. *Faka skog - rön från Sveriges lantbruksuniversitet*, 2015(3).
- Skogsstyrelsen (2014). Hänsynskrävande biotoper- träd och buskar med naturvärden. Skogsstyrelsen. Tillgänglig: <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/mer-om-skog/malbilder-for-god-miljohansyn/malbilder-trad-och-buskar-med-naturvarden/trad-och-buskar-med-naturvarden.pdf>. [2018-05-06].
- Skogsstyrelsen. *Nyckelbiotoper*. (2018a-04-11). Tillgänglig: <https://skogsstyrelsen.se/miljo-och-klimat/biologisk-mangfald/nyckelbiotoper/>. [Accessed 2018-05-06].
- Skogsstyrelsen. *Signalarter*. (2018b-04-11). Tillgänglig: <https://skogsstyrelsen.se/miljo-och-klimat/biologisk-mangfald/signalarter/>. [2018-05-13].
- Sundberg, S., Aronsson, M., Dahlberg, A., Hallingbäck, T., Johansson, G., Knutsson, T., Kirkoev, M., Lönnell, N. & Thor, G. (2015). Nytt i rödlistan. *Svensk botanisk tidskrift*, 2015(109:3–4), ss 188–207. Tillgänglig: <https://www.artdatabanken.se/globalassets/ew/subw/artd/2.-varverksamhet/publikationer/21.-tillstand-och-trender/nytt-i-roedlistan.pdf>. [2018-05-01].
- Sveaskog (u.å). Naturvärdesträd - identifiering i MO NORD, MITT och SYD. Sveaskog.
- Sveriges miljömål. *Sveriges miljömål - miljömålen*. (u.å). Tillgänglig: <http://www.sverigesmiljomal.se/miljomalen/>. [2018-05-02].
- Thor, G., Johansson, P. & Jonsson, M. T. (2010). Lichen diversity and red-listed lichen species relationships with tree species and diameter in wooded meadows. *Biodiversity and Conservation*, 19(8), ss 2307–2328.
- Uliczka, H. & Angelstam, P. (1999). Occurrence of epiphytic macrolichens in relation to tree species and age in managed boreal forest. *Ecography*, 22(4), ss 396–405.
- Zemanova, L., Trotsiuk, V., Morrissey, R. C., Bace, R., Mikolas, M. & Svoboda, M. (2017). Old trees as a key source of epiphytic lichen persistence and spatial distribution in mountain Norway spruce forests. *Biodiversity and Conservation*, 26(8), ss 1943–1958.
- Öckinger, E. & Nilsson, S. G. (2010). Local population extinction and vitality of an epiphytic lichen in fragmented old-growth forest. *Ecology*, 91(7), ss 2100–2109.

Tack

Jag skulle vilja tacka mina handledare Lina Widenfalk och Olof Widenfalk för att de har hjälpt mig med konstruktiva idéer och ändringar av mitt kandidatarbete. För att de har pekat i rätt rikning, och fast jag har kommit på lite villospår hjälpt mig tillbaka igen. Utan ert stöd hade det inte blivit ett arbete.

Jag skulle även vilja tacka Greensway som jag fick följa med ut i Uppländsk skog och se hur inventeringar går till i praktiken.

Bilaga 1 – resultat på grova träd

Studie	Land	Nivå	Skogstyp	Trädslag	DBH (cm)	D Effekt	Tröskelvärde	Svarsvariabel
Boudreault <i>et al.</i> , 2009	Kanada	bestånd	granskog	svartgran (<i>Picea mariana</i>)	>8	+	>16cm	Bryoria biomassa
Boudreault <i>et al.</i> , 2009	Kanada	bestånd	granskog	svartgran (<i>Picea mariana</i>)	>8	+	>16cm	Usnea biomassa
Boudreault <i>et al.</i> , 2009	Kanada	bestånd	granskog	svartgran (<i>Picea mariana</i>)	>8	+	>16cm	Evernia biomassa
Thor <i>et al.</i> , 2010	Sverige	bestånd	lövskog	tall (<i>Pinus sylvestris</i>)	>10	0		Artrikedom av lavar
Zemanova <i>et al.</i> , 2017	Ukraina	träd	gammal granskog	gran (<i>Picea abies</i>)	>10	+		artrikedom av lavar
Asplund <i>et al.</i> , 2014	Sverige	träd	blandskog	tall (<i>Pinus sylvestris</i>)	8-20	+		total täckningsgrad av lavar
Asplund <i>et al.</i> , 2014	Sverige	träd	blandskog	gran (<i>Picea abies</i>)	8-20	+		total täckningsgrad av lavar
Asplund <i>et al.</i> , 2014	Sverige	träd	blandskog	gran (<i>Picea abies</i>)	8-20	0		Artrikedom av lavar
Asplund <i>et al.</i> , 2014	Sverige	träd	blandskog	tall (<i>Pinus sylvestris</i>)	8-20	0		Artrikedom av lavar
Lie <i>et al.</i> , 2009	Norge	träd	blandskog	gran (<i>Picea abies</i>)	>15	+		artdiversitet av lavar
Öckinger & Nilsson, 2010	Sverige	träd	blandskog	tall (<i>Pinus sylvestris</i>)	>16	+		täckningsgrad av lunglav
Öckinger & Nilsson, 2010	Sverige	träd	blandskog	gran (<i>Picea abies</i>)	>16	+		täckningsgrad av lunglav
Thor <i>et al.</i> , 2010	Sverige och Estland	bestånd	lövskog	ek (<i>Quercus robur</i>)	>10	+		antal rödlistade arter

Thor <i>et al.</i> , 2010	Sverige	bestånd	lövskog	ask (<i>Fraxinus excelsior</i>)	>10	+	antal rödlistade arter
Thor <i>et al.</i> , 2010	Sverige	bestånd	lövskog	ask (<i>Fraxinus excelsior</i>)	>10	+	Artrikedom av lavar
Thor <i>et al.</i> , 2010	Sverige och Estland	bestånd	lövskog	ek (<i>Quercus robur</i>)	>10	+	Artrikedom av lavar
Thor <i>et al.</i> , 2010	Sverige	bestånd	lövskog	björk (<i>Betula ssp.</i>)	>10	+	Artrikedom av lavar
Thor <i>et al.</i> , 2010	Estland	bestånd	lövskog	björk (<i>Betula ssp.</i>)	>10	+	Artrikedom av lavar
Thor <i>et al.</i> , 2010	Sverige	bestånd	lövskog	hassel (<i>Corylus avellana</i>)	>10	0	Artrikedom av lavar
Thor <i>et al.</i> , 2010	Estland	bestånd	lövskog	hassel (<i>Corylus avellana</i>)	>10	0	Artrikedom av lavar
Thor <i>et al.</i> , 2010	Estland	bestånd	lövskog	ask (<i>Fraxinus excelsior</i>)	>10	0	Artrikedom av lavar
Thor <i>et al.</i> , 2010	Sverige	bestånd	lövskog	vildapel (<i>Malus sylvestris</i>)	>10	0	Artrikedom av lavar
Thor <i>et al.</i> , 2010	Sverige	bestånd	lövskog	lundalm (<i>Ulmus minor</i>)	>10	+	Artrikedom av lavar
Thor <i>et al.</i> , 2010	Estland	bestånd	lövskog	lundalm (<i>Ulmus minor</i>)	>10	+	Artrikedom av lavar
Gu <i>et al.</i> , 2001	Finland	träd	blandskog	asp (<i>Populus tremula</i>)	<20	+	täckningsgrad av lunglav
Gu <i>et al.</i> , 2001	Finland	träd	blandskog	vide (<i>Salix ssp.</i>)	<10	+	täckningsgrad av lunglav
Jonsson <i>et al.</i> , 2011	Sverige	träd	löväng	ask (<i>Fraxinus excelsior</i>)	10-300	+	Artrikedom av lavar
Jonsson <i>et al.</i> , 2011	Sverige	träd	löväng	ek (<i>Quercus robur</i>)	10-400	+	Artrikedom av lavar
Johansson <i>et al.</i> , 2007	Sverige	träd	naturreserv at med ek	ek (<i>Quercus robur</i>)	>5	+	artdiversitet av lavar
Johansson <i>et al.</i> , 2007	Sverige	träd	blandskog med myck- et ask	ask (<i>Fraxinus excelsior</i>)	>10	+	artdiversitet av lavar
Johansson & Ehrlen, 2003	Sverige	träd	lövträd	alm (<i>Ulmus ssp.</i>)	>50	+	täckningsgrad av <i>Pleurosticta acetabulum</i>

Johansson & Ehrlen, 2003	Sverige	träd	lövträd	ek (<i>Quercus robur</i>)	>50	+	<i>täckningsgrad av Pleurosticta acetabulum</i>
Johansson & Ehrlen, 2003	Sverige	träd	lövträd	ask (<i>Fraxinus excelsior</i>)	>50	+	<i>täckningsgrad av Pleurosticta acetabulum</i>
Johansson & Ehrlen, 2003	Sverige	träd	lövträd	lind (<i>Tilia cordata</i>)	>50	+	<i>täckningsgrad av Pleurosticta acetabulum</i>
Johansson & Ehrlen, 2003	Sverige	träd	lövträd	hästkastanj (<i>Aesculus hippocastanum</i>)	>50	+	<i>täckningsgrad av Pleurosticta acetabulum</i>
Johansson & Ehrlen, 2003	Sverige	träd	lövträd	lönna (<i>Acer platanoides</i>)	>50	+	<i>täckningsgrad av Pleurosticta acetabulum</i>
Johansson & Ehrlen, 2003	Sverige	träd	lövträd	alm (<i>Ulmus ssp.</i>)	>50	+	<i>täckningsgrad av Parmelina tiliacea</i>
Johansson & Ehrlen, 2003	Sverige	träd	lövträd	ek (<i>Quercus robur</i>)	>50	+	<i>täckningsgrad av Parmelina tiliacea</i>
Johansson & Ehrlen, 2003	Sverige	träd	lövträd	ask (<i>Fraxinus excelsior</i>)	>50	+	<i>täckningsgrad av Parmelina tiliacea</i>
Johansson & Ehrlen, 2003	Sverige	träd	lövträd	lind (<i>Tilia cordata</i>)	>50	+	<i>täckningsgrad av Parmelina tiliacea</i>
Johansson & Ehrlen, 2003	Sverige	träd	lövträd	hästkastanj (<i>Aesculus hippocastanum</i>)	>50	+	<i>täckningsgrad av Parmelina tiliacea</i>
Johansson & Ehrlen, 2003	Sverige	träd	lövträd	lönna (<i>Acer platanoides</i>)	>50	+	<i>täckningsgrad av Parmelina tiliacea</i>

Bilaga 2 - resultat på gamla träd

Studie	Land	Nivå	Skogstyp	Trädslag	Ålder (år)	A Effekt	Tröskelvärde	Svarsvariabel
Backlund <i>et al.</i> , 2016	Sverige	bestånd	Odef.	gran (<i>Picea abies</i>)	15-85	-		artrikedom av lavar
Backlund <i>et al.</i> , 2016	Sverige	bestånd	Odef.	tall (<i>Pinus sylvestris</i>)	15-85	0		artrikedom av lavar
Backlund <i>et al.</i> , 2016	Sverige	bestånd	Odef.	contortatall (<i>Pinus contorta</i>)	15-85	0		artrikedom av lavar
Backlund <i>et al.</i> , 2016	Sverige	bestånd	Odef.	tall (<i>Pinus sylvestris</i>)	15-85	+		lavars täckningsgrad
Backlund <i>et al.</i> , 2016	Sverige	bestånd	Odef.	contortatall	15-85	+		lavars täckningsgrad
Backlund <i>et al.</i> , 2016	Sverige	bestånd	Odef.	gran (<i>Picea abies</i>)	30-85	-		lavars täckningsgrad
Marmor <i>et al.</i> , 2011	Estland	bestånd	gammal tall	tall (<i>Pinus sylvestris</i>)	87-295	0		artrikedom av lavar
Marmor <i>et al.</i> , 2011	Estland	bestånd	gammal tall	tall (<i>Pinus sylvestris</i>)	36-106	+		artrikedom av lavar
Marmor <i>et al.</i> , 2011	Estland	bestånd	gammal gran	gran (<i>Picea abies</i>)	<217	+		artrikedom av lavar
Marmor <i>et al.</i> , 2011	Estland	bestånd	gammal	gran (<i>Picea abies</i>)	>110	+		befintlighet av rödlistade lavar
Marmor <i>et al.</i> , 2011	Estland	bestånd	gammal	tall (<i>Pinus sylvestris</i>)	>110	+		befintlighet av rödlistade lavar
Kuusinen & Siitonen, 1998	Finland	bestånd	gammal granskog	gran (<i>Picea abies</i>)	<198	+		Artrikedom av lavar
Uliczka & Angelstam, 1999	Sverige	bestånd	blandskog	gran (<i>Picea abies</i>)	>80	+		täckningsgrad av lavar

Studie	Land	Nivå	Skogstyp	Trädslag	Ålder (år)	A Effekt	Tröskelvärde	Svarsvariabel
Uliczka & Angelstam, 1999	Sverige	bestånd	Odef.	tall (<i>Pinus sylvestris</i>)	>80	+		täckningsgrad av lavar
Boudreault <i>et al.</i> , 2015	Kanada	bestånd	Odef.	svartgran (<i>Picea mariana</i>)	>0	+	>100	biomassa lavar
Boudreault <i>et al.</i> , 2002	Kanada	bestånd	Odef.	svartgran (<i>Picea mariana</i>)	>80	+	>160	täckningsgrad av levermossor
Boudreault <i>et al.</i> , 2002	Kanada	bestånd	Odef.	svartgran (<i>Picea mariana</i>)	>80	+	>120	rikedom levermossor
Boudreault <i>et al.</i> , 2002	Kanada	bestånd	Odef.	svartgran (<i>Picea mariana</i>)	>80	0		täckningsgrad av mossor
Boudreault <i>et al.</i> , 2002	Kanada	bestånd	Odef.	svartgran (<i>Picea mariana</i>)	>80	0		artrikedom av mossor
Boudreault <i>et al.</i> , 2002	Kanada	bestånd	Odef.	svartgran (<i>Picea mariana</i>)	>80	0		artrikedom av lavar
Boudreault <i>et al.</i> , 2002	Kanada	bestånd	Odef.	svartgran (<i>Picea mariana</i>)	>80	0		artrikedom av lavar
Boudreault <i>et al.</i> , 2009	Kanada	bestånd	granskog	svartgran (<i>Picea mariana</i>)	>50	ej linjär	>101	bryoria biomassa
Boudreault <i>et al.</i> , 2009	Kanada	bestånd	granskog	svartgran (<i>Picea mariana</i>)	>50	ej linjär	>101	Usnea biomassa
Boudreault <i>et al.</i> , 2009	Kanada	bestånd	granskog	svartgran (<i>Picea mariana</i>)	>50	-	>200	Evernia biomassa
Boudreault <i>et al.</i> , 2009	Kanada	bestånd	granskog	svartgran (<i>Picea mariana</i>)	>50	+		artrikedom av lavar

Studie	Land	Nivå	Skogstyp	Trädslag	Ålder (år)	A Effekt	Tröskelvärde	Svarsvariabel
Humphrey <i>et al.</i> , 2002	UK	bestånd	planterad granskog och tallskog	tall (<i>Pinus sylvestris</i>)		+		artrikedom av lavar
Humphrey <i>et al.</i> , 2002	UK	bestånd	planterad granskog och tallskog	gran (<i>Picea abies</i>)		+		artrikedom av lavar
Juriado <i>et al.</i> , 2003	Estland	bestånd	blandskog	gran (<i>Picea abies</i>)	<200	+		artrikedom av lavar
Juriado <i>et al.</i> , 2003	Estland	bestånd	blandskog	tall (<i>Pinus sylvestris</i>)	<200	+		artrikedom av lavar
Boudreault <i>et al.</i> , 2015	Kanada	träd	blandskog	svartgran (<i>Picea mariana</i>)	<60	-		artrikedom lavar och bryoria,
Boudreault <i>et al.</i> , 2015	Kanada	träd	blandskog	svartgran (<i>Picea mariana</i>)	>0	+		artrikedom fructiosa lavar
Lie <i>et al.</i> , 2009	Norge	träd	blandskog	gran (<i>Picea abies</i>)	<450	+		artdiversitet av lavar
Boudreault <i>et al.</i> , 2009	Canada	träd	granskog	svartgran (<i>Picea mariana</i>)	101-200	+		Bryoria biomassa
Juriado <i>et al.</i> , 2003	Estland	träd	blandskog	gran (<i>Picea abies</i>)	>40	+		artrikedom av lavar
Boudreault <i>et al.</i> , 2009	Kanada	träd	granskog	svartgran (<i>Picea mariana</i>)	>50	ej linjär	>150	Bryoria biomassa
Boudreault <i>et al.</i> , 2009	Kanada	träd	granskog	svartgran (<i>Picea mariana</i>)	>50	ej linjär	>150	Usnea biomassa
Boudreault <i>et al.</i> , 2009	Kanada	träd	granskog	svartgran (<i>Picea mariana</i>)	>50	0		Evernia biomassa

Studie	Land	Nivå	Skogstyp	Trädslag	Ålder (år)	A Effekt	Tröskelvärde	Svarsvariabel
Humphrey <i>et al.</i> , 2002	UK	bestånd	ekskog	ek (<i>Quercus robur</i>)		+		artrikedom av lavar
Uliczka & Angelstam, 1999	Sverige	bestånd	blandskog	björk (<i>Betula ssp.</i>)	>40	+		täckningsgrad av lavar
Uliczka & Angelstam, 1999	Sverige	bestånd	blandskog	asp (<i>Populus tremula</i>)	>40	+		täckningsgrad av lavar
Johansson <i>et al.</i> , 2007	Sverige	bestånd	blandskog med mycket ask	ask (<i>Fraxinus excelsior</i>)	18-110	+		artdiversitet av lavar
Humphrey <i>et al.</i> , 2002	UK	bestånd	planterad granskog och tallskog	ek (<i>Quercus robur</i>)		+		artrikedom av lavar
Johansson <i>et al.</i> , 2007	Sverige	bestånd	blandskog med mycket ask	ask (<i>Fraxinus excelsior</i>)	11-140	Ej linjär	<65 starkare relation till ålder än DBH	artrikedom av lavar
Humphrey <i>et al.</i> , 2002	Sverige	bestånd	blandskog med mycket ask	ask (<i>Fraxinus excelsior</i>)	11-140	+		artrikedom av lavar
Juriado <i>et al.</i> , 2003	Estland	träd	blandskog	al (<i>Alnus ssp.</i>)	>40	+		artrikedom av lavar
Juriado <i>et al.</i> , 2003	Estland	träd	blandskog	björk (<i>Betula ssp.</i>)	>40	+		artrikedom av lavar
Juriado <i>et al.</i> , 2003	Estland	träd	blandskog	asp (<i>Populus tremula</i>)	>40	+		artrikedom av lavar